

Best Available Copy
证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2000 03 17

申 请 号： 00 1 03231.3

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 用于数字彩色多层多阶光盘读写的合光装置

申 请 人： 清华大学

发明人或设计人： 徐端颐； 齐国生； 巩马理； 闫平； 廖宁放

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 11 月 28 日

权利要求书

1、一种用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，包括光电接收器阵列，其特征在于还包括一个分光器，所述的分光器由一个等腰三棱镜以及一个成像透镜组成，等腰三棱镜的两个斜面为透光面，这两个斜面分别为光束的入射面和出射面，棱镜的顶角为锐角 a ，入射的彩色光为共轴准直光束，彩色光束首先入射到棱镜的一个斜面上，入射光束的方向与棱镜表面的法线方向成锐角 i ，该角度偏向棱镜的底边一方，入射光束在棱镜的入射面上受到第一次折射，然后到达棱镜的另一斜面，再经过第二次折射后出射到空气中，在出射光束中，不同的波长光相对入射光束有不同的偏转角度 b ，即产生了色散，经过棱镜色散后的彩色光束由一个成像物镜聚焦成像到线型光电接收器阵列上，由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。

2、一种用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，包括一个线形光电接收器阵列，其特征在于还包括一个分光器，所述分光器由一个透射式平面衍射光栅以及一个成像透镜组成，该衍射光栅的刻线为一系列相互平行且间距为 e 的直线，刻线均匀排列，入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅的表面垂直，在衍射光栅的另一面上，衍射条纹中不同波长的光以不同的角度 b 出射，即产生了色散，成像物镜把衍射条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上，由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。

3、一种用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，包括一个线形光电接收器阵列，其特征在于还包括一个分光器，所述分光器由一个反射式平面衍射光栅以及一个成像透镜组成，该衍射光栅的刻线为一系列相互平行且间距为 e 的直线，刻线均匀排列，入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅表面的法线方向成一定的锐角 i ，以确保衍射条纹的产生，在衍射条纹中，不同波长的光以不同的角度 b 出射，即形成色散，成像物镜把衍射的彩色条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上，由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。

说明书

用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置

本发明涉及一种用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，属于光盘机的设计技术领域，特别涉及数字彩色多层多阶光盘光学头的结构设计。

多层光盘技术是提高光盘总存储容量的有效措施之一。例如在数字多用途盘（Digital Versatile Disc——DVD）中采用了四种多层存储的规格，即单层单面、单层双面、双层单面以及双层双面。在已经商品化的 DVD 光学头中，光盘信息的读写是分层进行的，而且都采用串行读写方式。

本发明涉及的数字彩色多层多阶光盘在盘面结构和信号存储原理等方面有别于现有 DVD 光盘，特别在于彩色盘的各信号层面的间隔尺寸大大小于 DVD 多层盘的情况，因此有必要采用多层记录的纵向并行读出方式。

为了实现数字彩色多层多阶光盘记录信号的纵向并行读出，就要对彩色信号的复合光束进行分束处理，但是现有的光盘光学头技术中尚未出现过这方面的报道。应该指出，在现有的光学头技术中，也有大量采用衍射光栅、彩色滤光片等手段对读写光束进行分光处理的结构。例如，在三束光 DVD 或 VCD 光学头中，普遍采用衍射光栅对激光光源分束；又如，在双波长 DVD 兼容 VCD 的光学头中，有人采用了波长选择性滤光片。在专利方面，中国专利 No.90103526.2 也是一个与分光相关的例子。在该专利中，采用了凹面衍射光栅对扫描光束进行分光，可以读出光盘某一面的记录信号并同时产生伺服信号。但是上述技术都未涉及数字彩色多层多阶光盘记录的纵向并行读取问题。

图 1 是现有 DVD 或 VCD 光学头采用的典型光路结构。其中，1 为激光器，2 为准直镜，3 为偏振分光棱镜，4 为 $1/4$ 波长片，5 为聚焦镜，6 为光盘，7 为成像物镜，8 为光电接收器。需要特别指出，在图 1 所示系统中，激光器和光电接收器都采用单个元件，因此不能实现多路并行读取功能。

本发明的目的就是设计一种数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置。该装置在现有光学头技术的基础上，通过增加彩色分光结构来实现对彩色多层多阶信号的并行读出，从而有效提高光盘信息的读出速率。

本发明设计的用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，共有三种不同的结构，其中的一种为包括光电接收器阵列和分光器。分光器由一个等腰三棱镜以及一个成像透镜组成。等腰三棱镜的两个斜面为透光面，这两个斜面分别为光束的入射面和出射面。棱镜的顶角 α 为锐角。入射的彩色光为共轴准直光束，其中包含若干种不同的波长成分。彩色光束首先入射到棱镜的一个斜面上，入射光束的方向与棱镜表面的法线方向成锐角 i ，该角度偏向棱镜的底边一方。入射光束在棱镜的入射面上受到第一次折射，然后到达棱镜的另一斜面，再经过第二次折射后出射到空气中。在出射光束中，不同的波长光相对入射光束有不同的偏转角度 b ，即产生了色散。经过棱镜色散后的彩色光束由一个成像物镜聚焦成像到线型

7

光电接收器阵列上。由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。

本发明的用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置的第二种结构，包括一个线形光电接收器阵列和一个分光器。所述分光器由一个透射式平面衍射光栅以及一个成像透镜组成。该衍射光栅的刻线为一系列相互平行且间距为 e 的直线，刻线均匀排列。入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅的表面垂直。在衍射光栅的另一面上， $+1$ 级或 -1 级衍射条纹中不同波长的光以不同的角度 b 出射，即产生了色散。成像物镜把 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上。由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。

本发明的用于数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置的第三种结构，包括一个线形光电接收器阵列一个分光器。所述分光器由一个反射式平面衍射光栅以及一个成像透镜组成。该衍射光栅的刻线为一系列相互平行且间距为 e 的直线，刻线均匀排列。入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅表面的法线方向成一定的锐角 i ，以确保 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹的产生。在 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹中，不同波长的光以不同的角度 b 出射，即形成色散。成像物镜把 $+1$ 级或 -1 级衍射的彩色条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上。由线形光电接收器阵列读出光盘记录的彩色信息。所述反射式衍射光栅可制作成闪耀光栅结构，以把大部分光能集中在 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹中。

本发明装置可以对位于同一焦平面附近的多层彩色记录进行纵向并行读取，因此可以用于数字彩色多层多阶光盘并行读写光学头的结构中。本发明的应用，有助于大幅度提高光盘的存储容量以及信号的读出速率。

附图简要说明：

图 1 为已有光学头读写原理示意图。

图 2 为本发明的数字彩色多层多阶光盘读出原理示意图。

图 3 为采用色散棱镜的分光结构示意图。

图 4 为采用透射式光栅的分光结构示意图。

图 5 为采用反射式光栅的分光结构示意图。

以下结合附图，详细介绍本发明的内容和实施例。

图 1 到图 5 中，1 是激光器，2 是准直透镜，3 是偏振分光棱镜，4 是 $1/4$ 波片，5 是聚焦透镜，6 是光盘，7 是成像透镜，8 是探测器，9 是彩色共轴光源，11 是光电接收器阵列，12 是分光器，13 是成像透镜，14 是三棱镜，15 是透射式平面衍射光栅，16 是反射式平面衍射光栅。

本发明设计的数字彩色多层多阶光盘信号读出的分光装置，其特点是在已有的 DVD 或 VCD 光学头的信号读出光路中增加了分光结构，并且采用了多元光电接收器阵列。现结合图 2 对本发明的工作原理说明如下。

由彩色共轴光源 9 发出的具有不同波长的多束光，经过偏光分光棱镜 3、 $1/4$ 波片 4 以及聚光镜 5 的传递后到达彩色多层多阶光盘 6 的记录面上，并根据光盘各层面的记录情况产生彩色信号光。由光盘记录层返回的共轴彩色信号光束经原光路返回，由于这些光束的偏振方向的改变，所以到达偏振分光棱镜后被反射到

彩色分光装置 12。分光装置把共轴彩色信号光分解为具有不同方向的独立光束，并分别成像到光电接收器阵列 11 上。最后由光电接收器阵列并行读出光盘各记录层的信息。

需要特别指出，光电接收器阵列可以根据信号的强弱产生不同的输出，因此可以读出光盘记录层的多阶信号。

还要特别指出，在本发明结构中，伺服信号可以由其中的一束激光来产生。因为 $1/4$ 波长片 4 是针对伺服光的波长设计的，所以伺服光束到达光盘的伺服道时形成椭圆偏振光。由伺服道返回的光束再次经过 $1/4$ 波长片后又变为线偏振光，但它的位相改变了 180 度，因此可以顺利通过偏光分光棱镜到达伺服探测器。

在本发明中，关键的技术是分光结构。本发明采用了棱镜分光、透射式衍射光栅分光、反射式衍射光栅分光等三种方案。

第一种是采用棱镜的分光结构方案，结构如图 3 所示。在本方案中，采用了一个等腰三棱镜 14，该三棱镜包含有两个透光的斜面，棱镜的顶角 a 为一个锐角。入射的彩色光为共轴准直光束，其中包含若干种不同的波长成分。彩色光束以角度 i 入射到棱镜的一个斜面上并折射到棱镜中，然后到达棱镜的另一斜面，经第二次折射后出射到空气中。在出射光束中，不同的波长光相对入射光束有一个偏转角度 b ，即产生了色散。出射光束的偏转角 b 主要与下列因素有关：棱镜的顶角角度 a 、入射光束与棱镜表面法线的角 i 、棱镜材料的折射率 n 等。出射光的偏转角 b 的计算式为： $b = i + \arcsin[n \times \sin(a - \arcsin(\sin i / n))] - a$ 。经过棱镜色散后的彩色光束由成像物镜 13 聚焦成像到线型光电接收器阵列上。线型光电接收器阵列由若干个光电探测单元组成，探测器单元之间的距离为 d 。设物镜 13 的焦距为 f ，两相邻波长光束的偏转角的差为 Δb ，则距离 d 的值由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 给出。

第二种是采用透射式衍射光栅的分光结构方案，其结构如图 4 所示。图中采用了一个平面透射式衍射光栅 15。该衍射光栅的刻线为一系列相互平行的直线，刻线均匀排列，两条刻线之间的距离为 e ，刻线密度用 $1/e$ 表示。本方案使用的光栅密度为每毫米 200~1200 线之间。入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅的表面垂直。在衍射光栅的另一面上， $+1$ 级或 -1 级衍射条纹相对光栅平面的法线有一个偏转角 b 。因为不同波长的光有不同的偏转角，所以产生了色散。成像物镜把 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上。设探测器单元之间的距离为 d ，物镜 13 的焦距为 f ，两相邻波长光束的衍射偏转角之差为 Δb ，则距离 d 的值由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 给出。与棱镜分光相比较，光栅分光结构可以得到更大的色散角，因此有利于整体结构设计。

第三种是采用反射式衍射光栅的分光结构方案，如图 5 所示。图中采用了一个反射式平面衍射光栅 16。该衍射光栅的刻线为一系列相互平行的直线，刻线均匀排列，两条刻线之间的距离为 e ，刻线密度用 $N = 1/e$ 表示。本方案使用的光栅密度为每毫米 200~1200 线之间。入射到衍射光栅表面的彩色光为共轴准直光束，入射光束的方向与衍射光栅表面的法线方向的夹角为锐角 i ，以确保 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹的产生。在 $+1$ 级或 -1 级衍射条纹中，不同波长的光以不同的衍射角度 b 出射，即形成色散。在光栅的 $+1$ 级衍射条纹中，各波长光的衍射角 b 由色散公

式 $\sin i + \sin b = N\lambda$ 进行计算, 其中 λ 为光的波长。成像物镜 13 把 +1 级或 -1 级衍射条纹聚焦成像到线型光电接收器阵列上。设探测器单元之间的距离为 d , 物镜 13 的焦距为 f , 两相邻波长光束的衍射偏转角之差为 Δb , 则距离 d 的值由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 给出。与透射式光栅相比, 反射式衍射光栅的特点是可制成所谓的“闪耀光栅”结构, 以使大部分光能集中在所需要的衍射级上, 因此提高了光能的利用率。

由本发明设计的数字彩色多层多阶光盘并行读取的分光结构的三种实施例, 分别采用等腰三棱镜、透射式平面光栅、反射式平面光栅进行分光。现结合图 2、3、4、5 详细说明如下:

实施例之一由图 2、3 说明。在本实施例中, 图 2 中的分光结构 12 由图 3 中的等腰棱镜 14 和物镜 13 来实现。由光盘信号层返回的四种不同波长的彩色共轴准直光束以角度 i 入射到等腰棱镜 14 的一个斜面上, 然后由该棱镜的另一个斜面折射出来。设四种光的波长分别为 830nm、780nm、670nm、630nm, 棱镜的顶角 a 为 60 度, 入射角 i 为 30 度。以石英玻璃棱镜材料为例, 对给定四种波长光的折射率 n 大致为 1.453, 1.454, 1.455, 1.457, 则可由算式 $b = i + \arcsin[n \times \sin(a - \arcsin(\sin i / n))] - a$ 计算出四种出射光束的偏转角 b 分别为: 38.668 度、38.813 度、38.960 度、39.256 度。设物镜 13 的焦距 f 为 30mm, 两相邻波长光束的偏转角的差为 Δb , 则由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 计算出光电探测器阵列 11 的单元间距分别为: 76 μm , 77 μm , 155 μm 。

实施例之二由图 2、4 说明。在本实施例中, 采用透射光栅 14 作为色散元件, 设该光栅的刻线密度 $N=1000$ 线/毫米; 入射的四种光波长分别为 830nm、780nm、670nm、630nm; 入射的共轴彩色准直光束以垂直角度投射到光栅的一个表面。在光栅的另一面上, 出射光束的 +1 级衍射中, 四种波长的衍射角 b 由光栅的色散公式 $\sin b = N\lambda$ 进行计算, 其中 λ 为光的波长。由以上参数计算的四种波长的衍射角 b 分别为: 56.009 度, 51.261 度, 42.067 度, 39.05 度。物镜 13 把衍射条纹成像到光电接收器阵列 11 上, 取物镜 13 的焦距 f 为 10 mm 时, 则光电探测器阵列各单元间的距离 d 由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 进行计算, 其中 Δb 为两个相邻波长光的衍射偏转角度之差。 d 的计算结果分别为: 830 μm , 1620 μm , 527 μm 。

实施例之三由图 2、5 说明。在本实施例中, 采用反射式衍射光栅作为色散元件; 该光栅的刻线密度同样取 $N=1000$ 线/毫米。入射的四种光波长分别为 830nm、780nm、670nm、630nm; 光栅 +1 级衍射条纹的衍射角 b 由色散公式 $\sin i + \sin b = N\lambda$ 进行计算。其中 i 为光束的入射角, 即入射光与光栅平面法线的夹角; b 为衍射光束与光栅平面法线的夹角。由以上式子可以算出, 当取入射角 i 为 30 度时, 对于波长分别为 830nm、780nm、670nm、630nm 的光束的色散角 b 分别为: 19.269 度, 16.260 度, 9.788 度, 7.470 度; 取物镜 13 的焦距 f 为 10mm 时, 则光电探测器阵列各单元间的距离 d 由算式 $d = f \times \tan(\Delta b)$ 进行计算, 其中 Δb 为两个相邻波长光的衍射偏转角度之差。 d 的计算结果分别为: 526 μm , 1134 μm , 405 μm 。

说明书附图

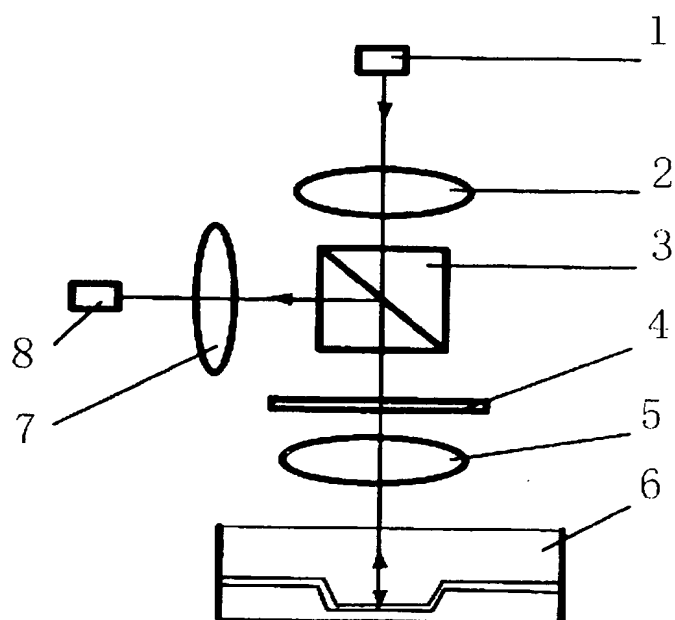


图 1

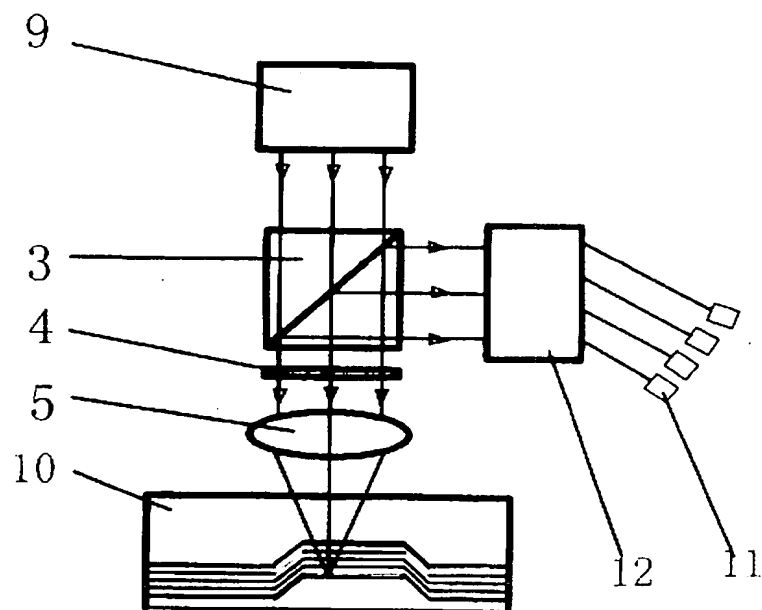


图 2

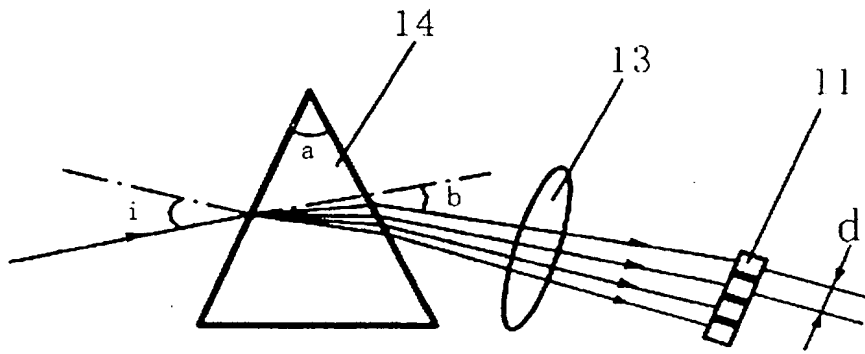


图 3

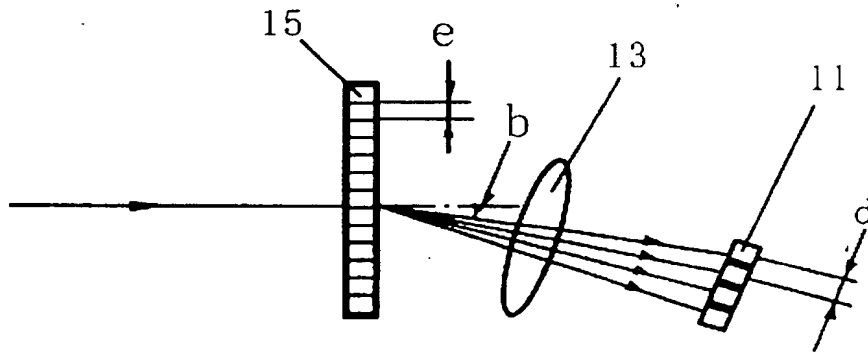


图 4

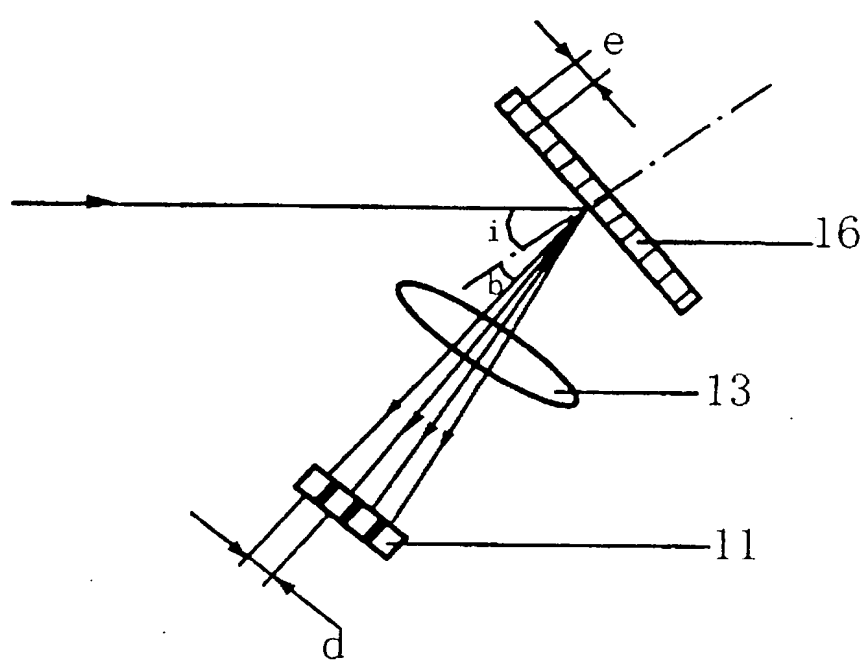


图 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.